

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-055714

(43)Date of publication of application : 10.03.1988

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 61-199407

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 26.08.1986

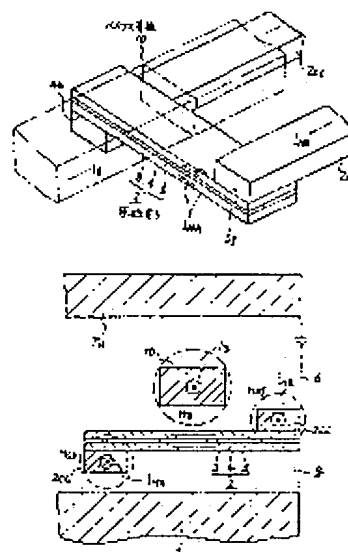
(72)Inventor : TAKINO HIROSHI  
FUKUYAMA MUNEKATSU

## (54) MAGNETO-RESISTANCE EFFECT TYPE MAGNETIC HEAD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent the occurrence of Barkhausen noise and to reduce an occupied area by associating the direction of a magnetic field caused by a current in a conductive line with that of a bias magnetic field.

**CONSTITUTION:** When a sense current IMR flows in a magnetosensitive element 2 from a front lead 2dd and simultaneously a bias current IB is conducted in the bias conductive line 10 with the direction the same as the sense current IMR in the lead 2dd, a counterclockwise bias magnetic field HB is generated along the front lead 2dd due to the sense current IMR, and simultaneously a clockwise magnetic field is generated along a rear lead 2cc. It is connected to the side on the lower part of the magnetosensitive element 2, and the front lead 2dd to the upper part of the magnetosensitive element 2, whereby the directions of magnetic fields HB, Hsf and Hsb can be matched to a hardly magnetized axis.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-55714

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)3月10日

G 11 B 5/39

7426-5D

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 磁気抵抗効果型磁気ヘッド

⑯ 特 願 昭61-199407

⑰ 出 願 昭61(1986)8月26日

⑱ 発 明 者 瀧 野 浩 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
 ⑲ 発 明 者 福 山 宗 克 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
 ⑳ 出 願 人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号  
 ㉑ 代 理 人 弁理士 伊藤 貞 外1名

## 明 細 書

発明の名称 磁気抵抗効果型磁気ヘッド

特許請求の範囲

少くとも一方が磁気抵抗効果を有する1対の軟磁性薄膜が、非磁性薄膜を介して積層された磁気抵抗効果型の感磁素子と、

該感磁素子にセンス電流を供給する少くとも1対の導線とを有し、

該導線の一方が磁気記録媒体との対向面側において上記センス電流の方向に対してほぼ直交して配されて上記感磁素子の一方の面の一端に接続されると共に、

上記導線の他方が上記感磁素子の他方の面の他端に接続されるようにしたことを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

発明の詳細な説明

以下の順序で本発明を説明する。

- A 産業上の利用分野
- B 発明の概要
- C 従来の技術

D 発明が解決しようとする問題点

E 問題点を解決するための手段(第1図)

F 作用

G 実施例

G<sub>1</sub> 一実施例(第1図、第2図)G<sub>2</sub> 他の実施例(第3図)

H 発明の効果

A 産業上の利用分野

本発明は、積層感磁素子を用いる、磁気抵抗効果型磁気ヘッド(以下MR型磁気ヘッドという)に係わる。

B 発明の概要

本発明は、積層感磁素子を用いるMR型磁気ヘッドにおいて、感磁素子にセンス電流を供給する1対の導線の一方を、記録媒体との対向面側でセンス電流の方向と直交して感磁素子の一面の一端に接続すると共に、他方の導線を感磁素子の他面の他端に接続することにより、導線内の電流によ

る磁界と感磁素子のバイアス磁界との向きを一致させて、バルクハウゼンノイズの発生を確実に防止するようにしたものである。

#### C 従来の技術

従来、一般のMR型磁気ヘッドは、その感磁素子が単層の磁気抵抗効果を有する磁性層（以下MR磁性層という）によって構成され、このMR磁性層に与えられる信号磁界に基づく抵抗変化を検出するために、センス電流が、MR磁性層に対し、その面方向に沿い、且つ磁気記録媒体との対接（ないしは対向）面のトラック幅方向に沿う方向に、つまり、磁気記録媒体から与えられる信号磁界と直交する方向に流されていた。

#### D 発明が解決しようとする問題点

この単層のMR磁性層は、磁気異方性エネルギー、形状異方性等に起因する静磁エネルギー等の和が層全体として最小となるような磁区構造をとる。すなわち、第4図に示すように、この単層磁

性層が、長方形の薄膜磁性層(51)であり短辺方向に磁気異方性を有する場合、その面内において、短辺方向に沿って磁化方向が交互に逆向きの磁区(52)〔(52a)、(52c)・・・〕が生じると共に、これら隣り合う磁区(52)に関して閉ループを形成するように、その両端間に、磁性層(51)の長辺方向に沿って順次逆向きの磁区(53)〔(53b)、(53d)・・・〕が生じている。したがって、このような磁性層に外部磁界が与えられると各磁区間の磁壁(54)、(55)が不連続に移動し、これによりバルクハウゼンノイズが発生するという問題があった。

このようなバルクハウゼンノイズを回避するために、本出願人は、既に特願昭60-247752号において積層MR型磁気ヘッドを提案している。

まず、第5図～第7図を参照しながら、既提案のMR型磁気ヘッドに用いる積層MR感磁素子について説明する。

既提案においては、第5図に示すように、感磁素子(2)は、非磁性中間層(3)を介して、その上下に

少くとも一方がMR磁性層より成り、夫々軟磁性体より成る磁性層(4)及び(5)の積層構造とする。非磁性中間層(3)の厚さは、両磁性層(4)及び(5)間に、クーロンの法則に従う静磁的相互作用が支配的に作用するような厚さ、例えば5～5000Åに選定する。また、両磁性層(4)及び(5)は、その飽和磁束密度、厚さ等の選定によって両磁性層(4)及び(5)の磁束量が一致するように選定される。

感磁素子(2)の両磁性層(4)及び(5)をMR磁性層とするときは、両磁性層(4)及び(5)は同一の材料、寸法形状とすることが望ましいが、一方をMR効果がないか殆んどない材料によって構成するときは、この磁性層は、MR効果のある磁性層に比し充分大なる電気抵抗を有するようにその材料及び厚さ等の選定を行う。

既提案においては、その感磁素子(2)は、非磁性中間層(3)を介して、磁性層(4)及び(5)が積層された構造とされていることによって、外部磁界が与えられていない状態では、第5図に示すように、磁性層(4)及び(5)は、矢印M<sub>4</sub>及びM<sub>5</sub>で示すように

夫々磁化容易軸A<sub>e</sub>の方向に互いに反平行の磁化状態にあり、両磁性層(4)及び(5)に関して、磁束が全体的に閉じた状態にあり、磁壁が生じていない。

このような感磁素子(2)に対し、その磁化困難軸A<sub>h</sub>の方向に外部磁界Hを強めていくと、第6図Aに示す外部磁界が加えられない反平行の磁化状態から、外部磁界Hにより同図Bに示すように磁化が回転し、更に強い外部磁界により、同図Cに示すように、両磁性層(4)及び(5)が同方向に磁化される。第6図においてはその磁化状態を、磁性層(5)に関しては実線矢印で、磁性層(4)に関しては破線矢印で模式的に示す。この場合両磁性層(4)及び(5)においてその面内で磁化が回転するので、磁壁が生ずることがない。つまり、両磁性層(4)及び(5)の磁化困難軸方向を磁束の伝搬方向とすることによって磁壁移動に起因するバルクハウゼンノイズが回避される。

次に既提案によるMR磁気ヘッドの動作を第7図を参照して説明する。第7図は、感磁素子(2)の両磁性層(4)及び(5)のみを模式的に示したもので、

これら磁性層(4)及び(5)は初期状態で、同図A中に示すように、幅方向に磁化容易軸 $A_0$ を有する。そして両磁性層(4)および(5)にセンス電流 $I$ を通ずると、非磁性中間層(図示せず)を挟んで対向する両磁性層(4)及び(5)にはセンス電流 $I$ と直交する互いに逆向きの磁界が発生し、これによって磁性層(4)及び(5)は同図に実線及び破線矢印 $M_1$ 及び $M_2$ で示すように磁化される。

一方、この感磁素子(2)に電流 $I$ に沿う方向に外部からバイアス磁界 $H_B$ が与えられると、このバイアス磁界 $H_B$ によって、磁性層(4)及び(5)の磁化の向きは、同図Bに矢印 $M_{4b}$ 及び $M_{5b}$ で示すように、所要の角度だけ回転される。このバイアス磁界 $H_B$ によって与えられる磁化の方向は、電流 $I$ の方向に対してほぼ $45^\circ$ となるように、そのバイアス磁界 $H_B$ の大きさが選ばれる。

尚、このようにバイアス磁界 $H_B$ によってセンス電流 $I$ に対してほぼ $45^\circ$ の磁化を与えることによって高い感度と直線性を導くことができることについては、通常のMR型磁気ヘッドにおいて行

われていると同様である。

そして、この状態で第7図Cに示すように、信号磁界 $H_s$ がセンス電流 $I$ に沿う方向、すなわち磁化困難軸 $A_h$ の方向に与えられると磁化が回転し、矢印 $M_{4s}$ 及び $M_{5s}$ に示すように、その磁化の方向が時計方向及び反時計方向にそれぞれ角度 $\theta_1$ 及び $-\theta_1$ 回転する。これによって各磁性層(4)及び(5)がMR磁性層である場合は、夫々抵抗変化が生じることになるが、このMR磁性層の抵抗の変化は角度の変化を $\theta$ とすると $\cos^2 \theta$ に比例するので、今、第7図Bにおける両磁性層(4)及び(5)の磁化 $M_{4b}$ 及び $M_{5b}$ が互いに $90^\circ$ ずれているとすると、 $\theta_1$ 及び $-\theta_1$ の変化で、両磁性層(4)及び(5)に関して抵抗の変化の増減が一致する。つまり、一方の磁性層(4)の抵抗が増加すれば、他方の磁性層(5)もその抵抗は増加する方向に変化する。そして、これら磁性層(4)及び(5)の抵抗変化、すなわち感磁素子(2)の両端の端子 $t_1$ 及び $t_2$ 間に抵抗変化を生じ、この抵抗変化を端子 $t_1$ 及び $t_2$ 間の電圧変化として検出することができる。

第7図の例では信号磁界 $H_s$ に対して略々直交する方向に磁化容易軸 $A_0$ を有する磁性層について述べたが、磁性層の主面内に磁気異方性を有しない等方的磁性層を用いても同様である。この場合には、比較的小さなセンス電流を流せば、磁化方向がセンス電流と直交し、つまり信号磁界の方向と直交するため、バルクハウゼン雑音は発生しない。

上述したように、既提案のMR型磁気ヘッドにおいては、MR感磁素子(2)を、磁性層(4)及び(5)が非磁性中間層(3)の介在によって、静磁的結合状態にあるように、つまり、クーロンの法則に従う相互作用による結合が充分強い状態にある積層構造とされ、しかも信号磁界 $H_s$ とセンス電流 $I$ の方向を同方向としたことによってバルクハウゼンノイズが確実に排除される。

ところで、既提案のMRヘッドでは、通常のMRヘッドにおけると同じく、第8図に示すように、1対の端子(2c)及び(2d)に、それぞれ導線(リード)(2cc)及び(2dd)を介して、積層

MR感磁素子(2)が「コ」字状に接続され、他の1対の端子(10a)及び(10b)にMR感磁素子(2)及びリード(2dd)を跨いでバイアス導線(10)が同じく「コ」字状に接続される。MR感磁素子(2)からのリード(2cc)、(2dd)の抵抗を小さくするために、通常、端子(2c)及び(2d)はバイアス導線(10)のための端子(10a)及び(10b)の内側に配される。

なお、第8図では、MR感磁素子(2)にセンス電流 $I_{MR}$ を流すための定電流源やバイアス電流源の図示は省略されている。

ところが、MRヘッドが第8図のように構成されている場合、図示を省略した磁気記録媒体との対向面側で、リード(2dd)が感磁素子(2)内のセンス電流 $I_{MR}$ の通電方向と直交するように配置されて、感磁素子(2)の前端(2f)に接続される。また、対向面とは反対側で、リード(2cc)がセンス電流 $I_{MR}$ の通電方向に沿って配置されて、感磁素子(2)の後端(2b)に接続される。

このため、この後端(2b)とリード(2cc)と

の接続部とその近傍では、センス電流  $I_{MR}$  に基づく磁界がバイアス磁界  $H_B$  と直交する方向、即ち、感磁素子(2)の磁化容易軸  $A_e$  (第5図参照)の方向に発生する。これにより、前述のような、感磁素子(2)の両磁性層(4)及び(5)の反平行状態の磁化が阻害されて、バルクハウゼンノイズの防止が阻害されるという問題があった。

この問題を解消するために、本出願人が、特開昭61-162,775号において提案した「磁気抵抗効果型磁気ヘッド」では、第9図に示すように、リード(2dd)及び(2cc)が、感磁素子(2)内のセンス電流  $I_{MR}$  の通電方向と直交するように、感磁素子(2)の上面の前端(2f)及び後端(2b)に「S」字状に接続されている。

かかる構成により、感磁素子(2)と両リード(2cc)及び(2dd)との各接続部及びその近傍においては、センス電流  $I_{MR}$  に基づく磁界とバイアス磁界  $H_B$  とが同一方向となつて、バルクハウゼンノイズの防止が阻害されることはない。

ところが、第9図の既提案例では、リード(2cc)

及び(2dd)が互いに反対方向に引き出されているため、占有面積が大きくなり、例えばトラックサーボセンサ等のように、2個のMRヘッドを近接配置するような場合には使用できないという不都合が生ずる。

かかる点に鑑み、本発明の目的は、バルクハウゼンノイズを確実に回避し得ると共に、占有面積を小さくした磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供するところにある。

## B 問題点を解決するための手段

本発明は、少くとも一方が磁気抵抗効果を有する1対の軟磁性薄膜が、非磁性薄膜を介して積層された磁気抵抗効果型の感磁素子と、この感磁素子にセンス電流を供給する少くとも1対の導線とを有し、この導線の一方が磁気記録媒体との対向面側においてセンス電流の方向に対してほぼ直交して配されて感磁素子の一方の面の一端に接続されると共に、導線の他方が感磁素子の他方の面の他端に接続されるようにした磁気抵抗効果型磁気

ヘッドである。

## F 作用

かかる構成によれば、占有面積が小さくなると共に、バルクハウゼンノイズの発生が確実に防止される。

## G 実施例

### G1 一実施例

以下、第1図及び第2図を参照しながら、本発明による磁気抵抗効果型磁気ヘッドをシールド型磁気ヘッドに適用した一実施例について説明する。

本発明の一実施例の機械的構成を第1図及び第2図に示す。この両図において、第8図及び第9図に対応する部分には同一の符号を付して一部説明を省略する。

第1図において、MR感磁素子(2)の下側磁性層(4)の後端(4b)にリード(2cc)が接続されると共に、上側磁性層(5)の前端(5f)にリード(2dd)が接続される。1対のリード(2cc)及び(2dd)

は、MR感磁素子(2)に対して同一側に、これと直交するように配設される。バイアス導線(10)がMR感磁素子(2)を跨いで配設される。

第1図の実施例の感磁素子(2)を含む断面を第2図に示す。

第2図において、Ni-Zn系フェライト、Mn-Zn系フェライト等の磁性基板(1)の上に、この基板(1)が導電性を有する場合は、 $SiO_2$ 等の非磁性絶縁層を形成し、これの上に非磁性の導電層(2cc)を形成し、この導電層(2cc)の上に、絶縁層を介して、MR感磁素子(2)を、磁気記録媒体との対接しないしは対向面(6)に一端が臨むように形成する。MR感磁素子(2)の上に、更に絶縁層を介して、導電層(2dd)を形成する。これらの導電層(2cc)及び(2dd)は、絶縁層に適宜設けられた窓を通して、MR感磁素子(2)の下側磁性層(4)の後端(4b)及び上側磁性層(5)の前端(5f)にそれぞれ接続される。

また、これらの上には、絶縁層を介してバイアス導電層(10)が設けられ、更に絶縁層を介して、

磁性板  $P_M$  が設けられる。

MR素子(2)は、その磁性層(4)及び(6)のうちの少くとも一方のMR効果のある磁性層を、例えば  $Fe$ 、 $Co$ 、 $Ni$  のいずれか或いはその2種以上の合金層によって構成し得る。また、磁性層(4)または(6)のいずれか一方をMR効果のない磁性層によって構成する場合は、高透磁率の例えばセンダスト、 $Mo$  パーマロイ、 $Co$  系アモルファス合金膜等によって構成し得る。また非磁性中間層(3)としては、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Ti$ 、 $Mo$  等の非磁性膜によって構成し得るものであり、各層(3)、(4)及び(6)は、夫々スパッタリング等によって形成し得る。このようにして、例えば300Å厚のNiFe合金磁性層を40Åの $SiO_2$ を介して積層した $4\mu \times 4\mu$ のMR感磁素子が得られる。

本実施例の動作は次のとおりである。

第1図に示すように、センス電流  $I_{MR}$  が前側のリード(2dd)から感磁素子(2)に流入すると共に、バイアス電流  $I_B$  が、このリード(2dd)内のセンス電流  $I_{MR}$  と同じ向きに、バイアス導線(10)

に通電される。

これにより、第2図に示すように、バイアス導線(10)を繞って、反時計方向のバイアス磁界  $H_B$  が発生する。また、センス電流  $I_{MR}$  により、前側リード(2dd)を繞って反時計方向の磁界  $H_{sd}$  が発生すると共に、後側リード(2cc)を繞って時計方向の磁界  $H_{sb}$  が発生する。

図示のように、後側リード(2cc)が感磁素子(2)の下側に接続され、前側リード(2dd)が感磁素子(2)の上側に接続されているため、感磁素子(2)の内部においては、上述の各磁界  $H_B$ 、 $H_{sd}$  及び  $H_{sb}$  の向きが磁化困難軸  $A_1$  (第5図参照)の方向に揃えられる。これにより、本実施例においては、感磁素子(2)とリード(2cc)、(2dd)との各接続部及びその近傍でのバルクハウゼンノイズの発生が確実に防止される。また、両リード(2cc)、(2dd)が同一方向に引き出されているため、第9図の既提案例に比べて、占有面積が小さくなる。

上述の実施例では、後側のリード(2cc)が感

磁素子(2)の下側磁性層(4)に接続されると共に、前側のリード(2dd)が上側磁性層(6)に接続されているが、これとは逆に、後側のリード(2cc)を上側磁性層(6)に接続すると共に、前側のリード(2dd)を下側磁性層(4)に接続してもよい。但し、この場合、センス電流  $I_{MR}$  による磁界  $H_{sb}$  及び  $H_{sd}$  の向きをバイアス磁界  $H_B$  の向きと揃えるために、センス電流  $I_{MR}$  またはバイアス電流  $I_B$  のいずれか一方の通電方向が反転される。

なお、一方のリード、例えば後側のリード(2cc)のみが、第2図とは逆に、感磁素子(2)の上側磁性層(6)の後端に接続されたと仮定すると、この場合、感磁素子(2)の後部においては、センス電流  $I_{MR}$  による磁界  $H_{sb}$  の向きがバイアス磁界  $H_B$  の向きと反対になる。このため、センス電流  $I_{MR}$  の値の如何によっては、感磁素子(2)の後部で磁界の向きが反転することがあり得る。この磁界反転により前述のような磁壁が発生し、結果として、バルクハウゼンノイズが発生することになる。

#### G. 他の実施例

次に、第3図を参照しながら、本発明の他の実施例について説明する。

本発明の他の実施例の構成を第3図に示す。この第3図において、第1図及び第9図に対応する部分には同一の符号を付して重複説明を省略する。

第3図において、図示を省略した磁性基板(第2図参照)の上に、前述と同様にして、1対の積層MR感磁素子(2)及び(12)が形成される。

そして、このMR感磁素子(12)の下側磁性層(14)の後端(14b)及び上側磁性層(15)の前端(15f)にそれぞれリード(12cc)及び(12dd)が接続される。これらのリード(12cc)及び(12dd)は、感磁素子(2)に接続されたリード(2cc)及び(2dd)と整列すると共に、これとは反対の方向に引き出される。また、感磁素子(12)へは、感磁素子(2)とは逆に、後側リード(12cc)からセンス電流  $I_{MR}$  が流入する。これにより、リード(12cc)及び(12dd)の各通電方向がリード(2cc)及び(2dd)の各通電方向とそれぞれ同一となり、前

述と同様に、感磁素子(12)の内部において、バイアス磁界 $H_B$ と、センス電流 $I_{MR}$ による磁界 $H_{sb}$ 及び $H_{sf}$ とが磁化困難軸 $A_h$ (第5図参照)の方向に増えられて、リード(12cc)、(12dd)との各接続部及びその近傍でのバルクハウゼンノイズの発生が確実に防止される。更に、本実施例においては、リード(2cc)、(2dd)及び(12cc)、(12dd)が互いに反対の方向に引き出されているため、1対の感磁素子(2)及び(12)を近接して配置することができる。

#### H 発明の効果

以上詳述のように、本発明によれば、積層MR感磁素子にセンス電流を供給する導線の一方を、記録媒体との対向面側で、センス電流の方向と直交して、感磁素子の一方の面の一端に接続すると共に、他方のリードを感磁素子の他方の面の他端に接続するようにしたので、導線内の電流による磁界とバイアス磁界との向きが一致して、バルクハウゼンノイズの発生が確実に防止されると共に、

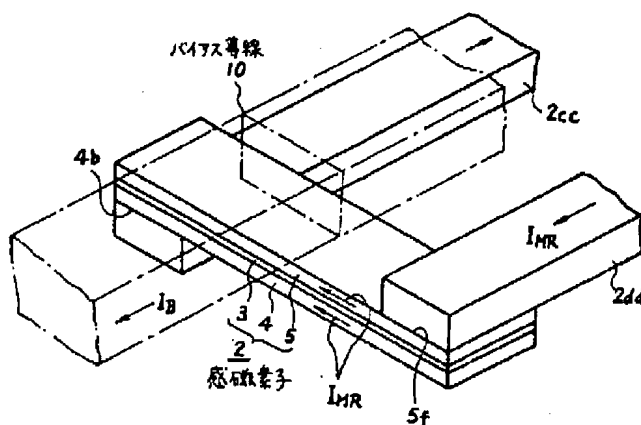
占有面積の小さい磁気抵抗効果型磁気ヘッドが得られる。

#### 図面の簡単な説明

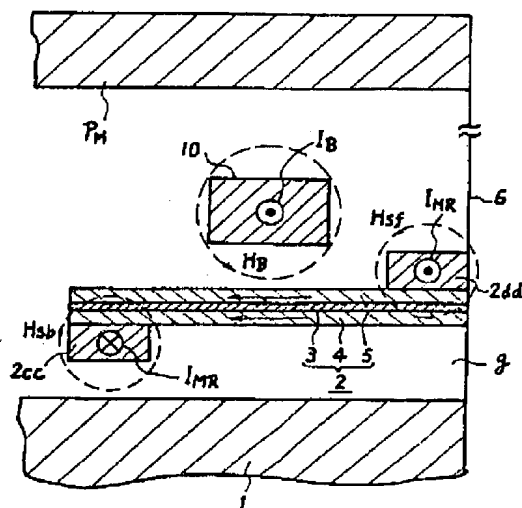
第1図及び第2図は本発明による磁気抵抗効果型磁気ヘッドの一実施例の機械的構成を示す略線斜視図及び断面図、第3図は本発明の他の実施例の構成を示す斜視図、第4図～第6図は本発明を説明するための斜視図及び平面図、第7図は既提案の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの動作状態を説明するための概念図、第8図は既提案の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの機械的構成例を示す略線平面図、第9図は他の既提案の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの要部の構成を示す略線平面図である。

(2)、(12)は磁気抵抗効果型感磁素子、(2cc)、(2dd)、(12cc)、(12dd)は導線、(10)はバイアス導線、 $I_{MR}$ はセンス電流である。

代理人 伊藤 貞  
同 松隈 秀盛

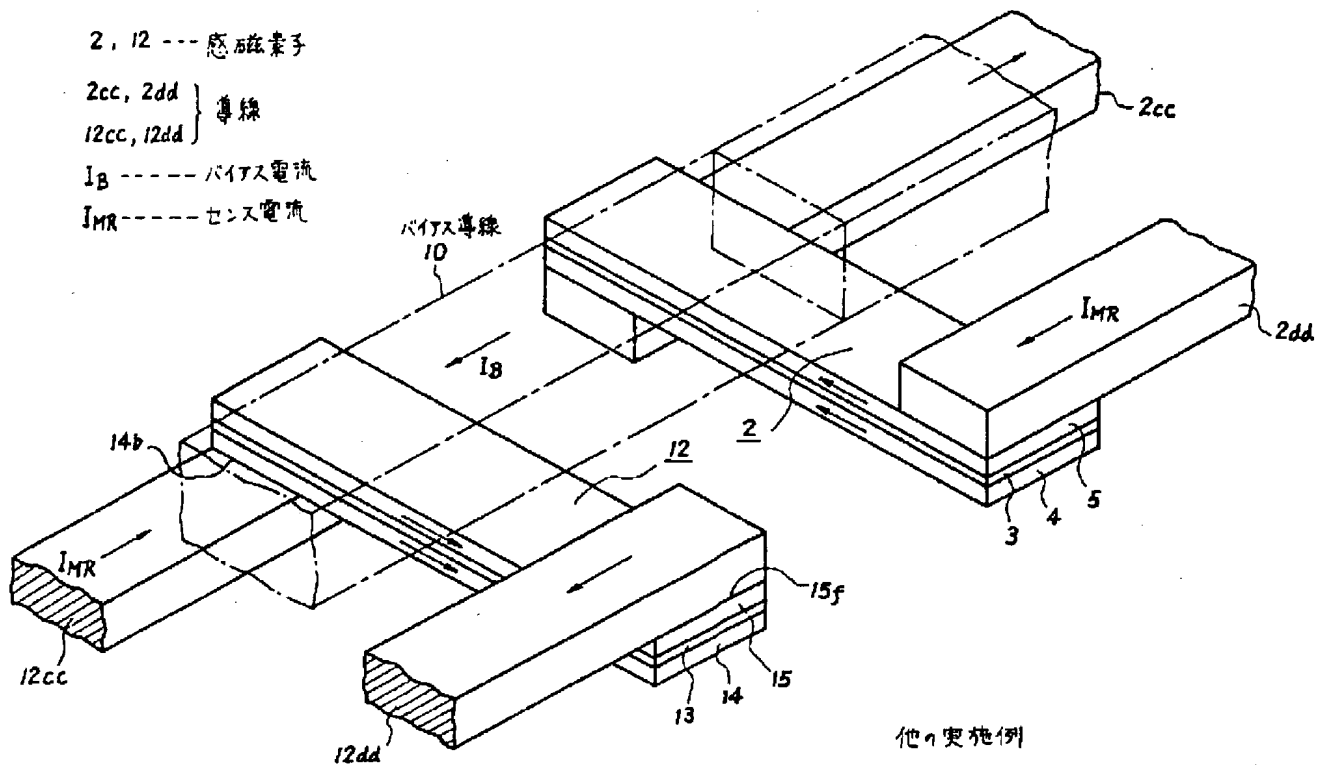


一実施例  
第1図

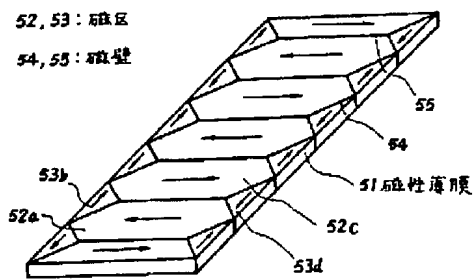


一実施例  
第2図

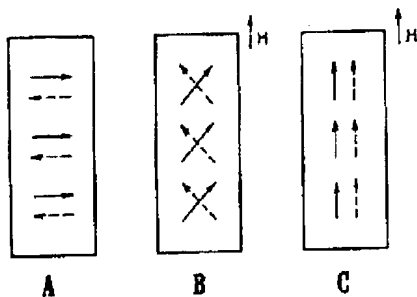




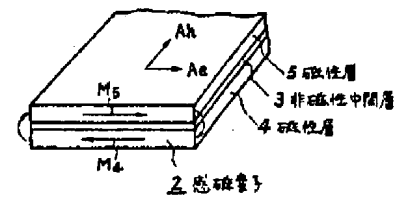
他の実施例  
 第 3 図



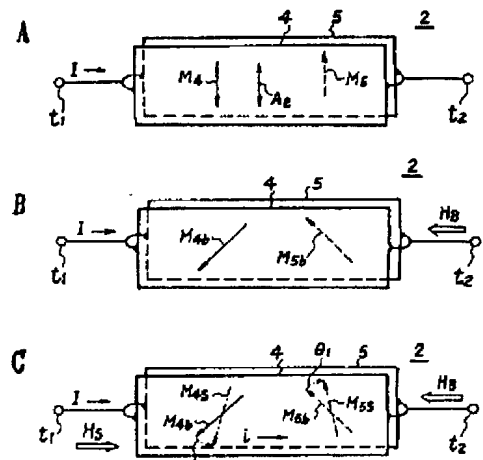
単層磁性膜の磁区構造  
 第 4 図



MR 感磁素子の外部磁界による磁化状態  
 第 6 図



感磁素子の磁化状態  
 第 5 図



4, 5: 磁性層  
 $H_B$ : バイアス磁界  
 $H_S$ : センス磁界

既提案例の動作状態  
 第 7 図

